

PAT-NO: JP410311708A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: **JP 10311708 A**  
TITLE: FILM THICKNESS METER OF INTERFERENCE TYPE  
PUBN-DATE: November 24, 1998

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
INABA, TAKAO  
SAKAI, KENJI

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
TOKYO SEIMITSU CO LTD N/A

APPL-NO: JP09122020  
APPL-DATE: May 13, 1997

INT-CL (IPC): G01B011/06

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a film thickness of interference type capable of accurately measuring simultaneously the film thicknesses of a thin film formed on the substrate of a wafer, etc., and capable of measuring the film thickness distribution, even where these film thicknesses exist plurally within ranges of micron and submicron order.

SOLUTION: Light is emitted from a light source 10 on a thin film having a plurality of film **thicknesses** formed on the silicon substrate of a wafer 50, the interfering light reflected on the front and rear of the film **thickness** is separated into the light of each wavelength by a spectral prism 16. The intensity of light separated into each wavelength thereof is made

photoelectric  
transfer into an electric signal by a detector 18, and the light  
intensity  
distribution of the interfering light is detected. This light  
intensity  
distribution of the interfering light is made Fourier transform into  
a  
frequency component by a fast Fourier transform(FFT) 20, and the  
frequency band  
of light intensity distribution of the interfering light  
corresponding to each  
film thickness is elected by a filter 22, on the basis of the  
distribution of  
frequency component thereof. The frequency component is made inverse  
Fourier  
transform into the light intensity distribution by an inverse FFT 24  
per  
elected frequency band, and the film thickness is found from the  
light  
intensity distribution by a fitting 26.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-311708

(43) 公開日 平成10年(1998)11月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 1 B 11/06

識別記号

F I  
G 0 1 B 11/06

G

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-122020

(22) 出願日 平成9年(1997)5月13日

(71) 出願人 000151494

株式会社東京精密

東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号

(72) 発明者 稲葉 高男

東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号 株式  
会社東京精密内

(72) 発明者 酒井 謙児

東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号 株式  
会社東京精密内

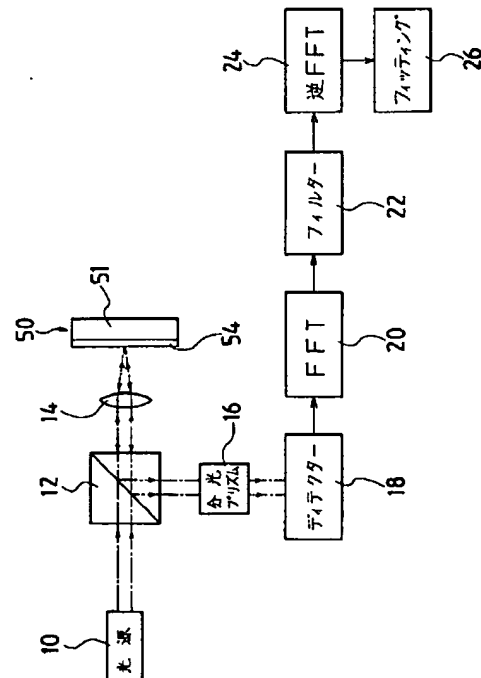
(74) 代理人 弁理士 松浦 憲三

(54) 【発明の名称】 干渉式膜厚計

(57) 【要約】

【課題】ウェーハ等の基板上に形成された薄膜の膜厚がミクロン、サブミクロンのオーダーの範囲で複数存在している場合にも、精度良くこれらの膜厚を同時に測定することができ、膜厚分布を測定することができる干渉式膜厚計を提供する。

【解決手段】ウェーハ50のシリコン基板上に形成された複数の膜厚を有する薄膜に光源10から光を照射し、薄膜の前面と後面で反射した干渉光を分光プリズム16により各波長の光に分光する。そして、この分光した各波長の光強度をディテクター18により電気信号に光電変換し、干渉光の光強度分布を検出する。次に、この干渉光の光強度分布をFFT20により周波数成分にフーリエ変換し、その周波数成分の分布に基づいて、フィルター22により各膜厚による干渉光の光強度分布の周波数帯域を選出する。そして、この選出した各周波数帯域毎に周波数成分を逆FFT24により光強度分布に逆フーリエ変換し、この光強度分布からフィッティング26により膜厚を求める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に形成された薄膜の複数の膜厚を測定する干渉式膜厚計であって、前記ウェーハの薄膜に光を照射する光照射手段と、前記ウェーハの薄膜の前面で反射した光と、前記薄膜の裏面で反射した光の干渉光を各波長に分光する分光手段と、前記分光手段によって分光された各波長の光強度を電気信号に光電変換し、前記干渉光の波長に対する光強度分布を検出する光電変換手段と、前記光電手段によって検出した光強度分布を周波数成分にフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記フーリエ変換手段によって得られた周波数成分の分布に基づいて各膜厚による干渉光の光強度分布の周波数帯域を選出し、該選出した周波数帯域毎に前記周波数成分を抽出するフィルタ手段と、前記フィルタ手段によって前記周波数帯域毎に抽出された周波数成分を、前記周波数帯域毎に光強度分布に逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、前記逆フーリエ変換手段によって得られた各周波数帯域毎の光強度分布に基づいて各周波数帯域毎の光強度分布が示す膜厚を求め、前記ウェーハの薄膜の複数の膜厚を求める膜厚算出手段と、からなることを特徴とする干渉式膜厚計。

【請求項2】 前記膜厚算出手段は、前記フーリエ逆変換手段によって得られた各周波数帯域毎の光強度分布と所定の膜厚の場合に理論的に得られる光強度分布とのフィッティングにより前記所定の膜厚を算出することを特徴とする請求項1の干渉式膜厚計。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は干渉式膜厚計に係り、特にシリコン基板上に形成された酸化膜( $\text{SiO}_2$ )等の薄膜の膜厚及び金属膜(W、Al、Cu等)の段差を光学的に測定する干渉式膜厚計に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、半導体素子の高集積化の要求に伴い、ウェーハの高密度化及び多層化が進んでいる。これにより、ウェーハ上に回路配線パターンを形成する露光装置の焦点深度が浅くなり、ウェーハの平面度が高精度に要求されている。この高精度の平坦化を実現する装置として化学的機械研磨(CMP)装置が知られている。化学的機械研磨装置は、ケミカル研磨材を研磨面に供給しながらウェーハの表面を研磨布に押し付けてウェーハ表面を研磨する。

【0003】その研磨量を管理する方法として、例えば、ウェーハの基板上に絶縁膜( $\text{SiO}_2$ )が形成されているものに対しては、干渉式膜厚計等によって絶縁膜の膜厚を測定する方法が知られている。干渉式膜厚計は、ウェーハ表面の絶縁膜に光を照射して絶縁膜の表面

と裏面とで光を反射させ、これらの干渉光の各波長の光強度を検出する。そして、その各波長の光強度(例えば、ピーク波長)から膜厚を求めている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ウェーハの基板上に薄膜形成装置(CVD装置等)によりアルミ配線パターンが施され、その配線の上に絶縁膜( $\text{SiO}_2$ )が形成されたようなものについては、近年の高集積化によってミクロン、サブミクロンオーダーの範囲内に配線パターンが存在し、この範囲で複数の膜厚が存在する場合がある。この場合に上記従来の干渉式膜厚計により絶縁膜の膜厚を測定しようとする、絶縁膜に照射した光のスポット内において、配線パターンの多種の段差を含み、結果的に複数の膜厚に対する平均的な膜厚を測定することしかできなかった。このため、配線パターンが形成された箇所において表面の平坦化が実現されているかを検出することが出来ないという問題があった。

【0005】本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、ウェーハ等の基板上に形成された薄膜の膜厚がミクロン、サブミクロンのオーダーの範囲で複数存在している場合にも、精度良くこれらの膜厚を同時に測定することができ、膜厚分布を測定することができる干渉式膜厚計を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、基板上に形成された薄膜の複数の膜厚を測定する干渉式膜厚計であって、前記ウェーハの薄膜に光を照射する光照射手段と、前記ウェーハの薄膜の前面で反射した光と、前記薄膜の裏面で反射した光の干渉光を各波長に分光する分光手段と、前記分光手段によって分光された各波長の光強度を電気信号に光電変換し、前記干渉光の波長に対する光強度分布を検出する光電変換手段と、前記光電手段によって検出した光強度分布を周波数成分にフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記フーリエ変換手段によって得られた周波数成分の分布に基づいて各膜厚による干渉光の光強度分布の周波数帯域を選出し、該選出した周波数帯域毎に前記周波数成分を抽出するフィルタ手段と、前記フィルタ手段によって前記周波数帯域毎に抽出された周波数成分を、前記周波数帯域毎に光強度分布に逆フーリエ変換する逆フーリエ変換手段と、前記逆フーリエ変換手段によって得られた各周波数帯域毎の光強度分布に基づいて各周波数帯域毎の光強度分布が示す膜厚を求め、前記ウェーハの薄膜の複数の膜厚を求める膜厚算出手段と、からなることを特徴としている。

【0007】本発明によれば、基板上に形成された複数の膜厚を有する薄膜に光を照射し、薄膜の前面と後面で反射した干渉光を各波長の光に分光する。そして、この分光した各波長の光強度を電気信号に光電変換し、干渉光の光強度分布を検出する。次に、この干渉光の光強度

分布を周波数成分にフーリエ変換し、その周波数成分の分布に基づいて、各膜厚による干渉光の光強度分布の周波数帯域を選出する。そして、この選出した各周波数帯域毎に周波数成分を光強度分布に逆フーリエ変換し、この光強度分布から膜厚を求める。

【0008】これにより、基板上に形成された薄膜の膜厚が複数存在する場合にも、精度良くこれらの膜厚をそれぞれ同時に測定することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】以下添付図面に従って本発明に係る干渉式膜厚計の好ましい実施の形態について詳説する。図1は本発明に係る干渉式膜厚計の一実施の形態を示した構成図である。尚、以下、ウェーハの基板上に形成された絶縁膜(SiO<sub>2</sub>)の膜厚を測定する場合について説明する。

【0010】同図に示すように例えばハロゲンランプやキセノンランプ等の光源10から光が射出される。光源10から射出された光はビームスプリッター12を介してレンズ14に導かれ、レンズ14により最適なスポットまで集光されてウェーハ50の表面に照射される。図2に示すようにウェーハ50のシリコン基板51の表面には、アルミ配線パターン52がミクロン又はサブミクロンのオーダーで形成され、その上に絶縁膜(SiO<sub>2</sub>)54が形成されている。ウェーハ50に照射された光は例えば、同図に示すように配線パターン52を含むスポットSの範囲に照射され、そのスポットSの範囲内において一部が絶縁膜54の表面54Aで反射し、一部が絶縁膜内に進行し、基板表面54又は配線パターン表面54Cで反射する。従って、絶縁膜に照射された光は、同図①及び②で示す複数の膜厚からなる絶縁膜54の表面54Aと裏面54B、54Cとで反射される。

【0011】このようにして絶縁膜54で反射された光は、絶縁膜54の膜厚分の光路差によって生じる位相差によって干渉し、この干渉した光(干渉光)は図1に示すようにビームスプリッター12により反射されて分光プリズム16に入射される。分光プリズム16に入射した干渉光は、各波長の光に分光され、ディテクター18に入射される。

【0012】ディテクター18は光を電気信号に変換する受光素子により構成され、このディテクター18に入射した干渉光は、各波長毎に光電変換される。これにより、干渉光の各波長の光強度を示す光強度分布が得られる。図3は、このディテクター18によって得られる光強度分布の一例を示した図である。同図横軸は波長、縦軸は光強度を示す。同図に示すように、ディテクター18によって得られる光強度分布は、干渉によって強度の山と谷を形成する。尚、絶縁膜の屈折率をn、絶縁膜の膜厚をdとすると、干渉光の光強度が極大となる波長λの条件は、 $nd = (2m+1)\lambda/4$ であり、極小となる波長λの条件は、 $nd = (2m)\lambda/4$ である。尚、

mは干渉の次数で整数である。

【0013】ここで、上記絶縁膜54で反射された干渉光には、図2に示したように膜厚①と膜厚②によって干渉した干渉光が混在している。従って、上記ディテクター18によって得られた図3に示す光強度分布には、これらの膜厚①と膜厚②の干渉により観測される光強度分布が重ね合わせられている。即ち、仮に図2に示す膜厚①によって干渉した干渉光の光強度分布を図4(1)に示す分布とし、図2に示す膜厚②によって干渉した干渉光の光強度分布を図4(2)に示す分布とすると、上記ディテクター18によって得られた図3に示す光強度分布は、これらの図4(1)と図4(2)に示す光強度分布を加算した分布となる。

【0014】従って、ディテクター18で得られた光強度分布を、次に各膜厚に対する光強度分布に分解し、分解した光強度分布から各膜厚を求める。そこで、図1に示すようにディテクター18で得られた光強度分布の波形をまず、FFT(Fast Fourier Transform: 高速フーリエ変換)20によりフーリエ変換し、光強度分布の波形を周波数成分に分解する。

【0015】そして、この分解した周波数成分の分布(周波数分布)から特徴のある周波数帯域をフィルター22によって抽出する。例えば、周波数分布のうちピーク近傍の周波数帯域を抽出する。図2に示したように、2種類の膜厚①、②による干渉光の光強度分布の場合には、周波数分布の2箇所にピークを発生させるため、これらの2箇所のピーク近傍の周波数帯域をそれぞれ抽出する。尚、2種類の膜厚が明らかに相違する場合には、広域と低域で周波数成分を分離するようにしてもよい。また、異なる膜厚が多数存在する場合には、周波数分布に現れるピークも同数存在するが、この場合もピーク近傍の周波数帯域をそれぞれ抽出する。

【0016】これにより、複数の膜厚により生じた干渉光の光強度分布が各膜厚毎の光強度分布の周波数成分に分割される。そして、このようにしてフィルターによって抽出した各周波数帯域の周波数成分に基づいて逆FFT24により逆フーリエ変換を行い、各周波数帯域の周波数成分が示す光強度分布を求める。これにより、各膜厚による干渉光の光強度分布が求められ、図3に示した光強度分布の場合は、図4(1)、(2)に示す膜厚①と膜厚②による干渉光の光強度分布がそれぞれ得られる。

【0017】以上のように各膜厚による干渉光の光強度分布を求めた後、この光強度分布からフィッティング26により各膜厚を算出する。フィッティング26は、上記逆FFT24により得られた光強度分布と理論式により算出される光強度分布との差が最小となる膜厚を算出する。即ち、膜厚をパラメータとする理論式の光強度分布が測定によって得られた光強度分布と最適に一致するように理論式の膜厚を決定する。これにより各膜厚によ

5

る干渉光の光強度分布から各膜厚が求められ、例えば、図4(1)、(2)に示した膜厚①と膜厚②による干渉光の光強度分布からその膜厚①及び膜厚②が求められる。

【0018】尚、上記干渉式膜厚計は、例えば、CMP装置に搭載される。図2に示したように、ウェーハのシリコン基板51上に配線パターン52が形成され、その上に絶縁膜54が形成されたものの絶縁膜表面を研磨する場合に、上記干渉式膜厚計によって膜厚①及び膜厚②を測定する。仮に、配線パターンの高さが既知である場合には、この高さで膜厚②の加算値が膜厚①と一致した場合に絶縁膜の表面が平坦に研磨されたと判断することができる。

【0019】また、上記逆FFT24によって得られた各膜厚による干渉光の光強度分布から各膜厚を求める方法は、上記フィッティングに限らず、例えば、光強度分布のピーク波長から求めるようにしてもよい。また、上記実施の形態では、ウェーハの基板上に形成されたSiO<sub>2</sub>等の絶縁膜の膜厚を測定する場合について説明したが、これに限らず、基板上に形成された金属膜（例えば、タングステンW、アルミニウムAl、銅Cu等）でも光を透過することができるため、これらの金属膜の膜厚も測定することができる。従って、金属膜の表面に例えば段差がある場合にこの段差を測定することができる。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る干渉式膜厚計によれば、基板上に形成された複数の膜厚を有する薄膜に光を照射し、薄膜の前面と後面で反射した干渉光を各波長の光に分光する。そして、この分光した各波

6

長の光強度を電気信号に光電変換し、干渉光の光強度分布を検出する。次に、この干渉光の光強度分布を周波数成分にフーリエ変換し、その周波数成分の分布に基づいて、各膜厚による干渉光の光強度分布の周波数帯域を選出する。そして、この選出した各周波数帯域毎に周波数成分を光強度分布に逆フーリエ変換し、この光強度分布から膜厚を求める。これにより、基板上に形成された薄膜の膜厚が複数存在する場合にも、精度良くこれらの膜厚をそれぞれ同時に測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明に係る干渉式膜厚計の一実施の形態を示した構成図である。

【図2】図2は、被測定ワークの一例であるウェーハの表面の構成を示した断面図である。

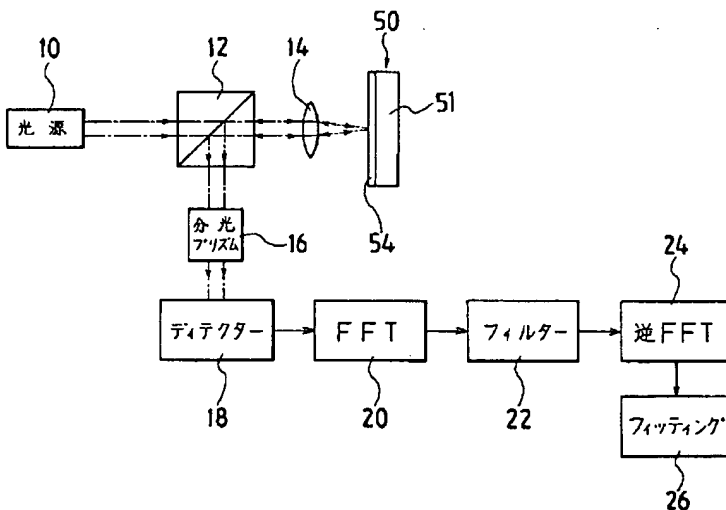
【図3】図3は、ディテクターによって得られる光強度分布の一例を示した図である。

【図4】図4(1)及び(2)は、それぞれ図2に示す膜厚①及び膜厚②により観測される光強度分布を示した図である。

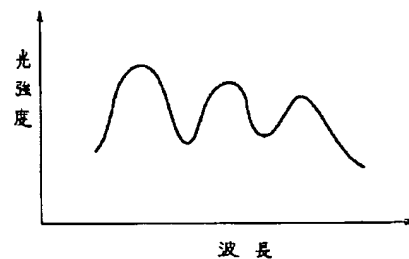
【符号の説明】

- 10…光源
- 12…ビームスプリッター
- 14…レンズ
- 16…分光プリズム
- 18…ディテクター
- 20…FFT(高速フーリエ変換)
- 22…フィルター
- 24…逆FFT
- 26…フィッティング

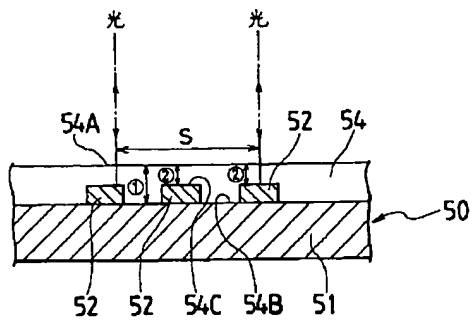
【図1】



【図3】

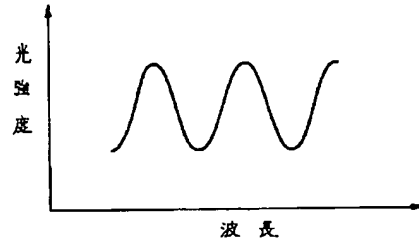


【図2】



【図4】

(1)



(2)

